

Unidade Curricular (português):

Integração de Processos

Curricular unit (inglês):

Process Integration

Docente responsável

Nome completo: José Valério do Nascimento Palmeira

Número de horas de contacto na unidade curricular: 45

Outros docentes:**Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

1. A unidade curricular de Integração de Processos tem por objetivo apresentar e aplicar as metodologias de integração energética e de integração mássica, e sua associação, utilizadas para a otimização de um Processo Químico.
2. Domínio dos conceitos para o desenvolvimento de metodologias a utilizar na melhoria e otimização dos Processos Químicos quer na fase inicial do projeto, quer em fábricas já instaladas à custa da minimização dos consumos energéticos, da utilização eficaz das matérias-primas, da minimização dos efluentes do processo (sólidos, líquidos e gasosos), assegurando ao mesmo tempo os aspetos de competitividade económica e mantendo elevados níveis de segurança.

Learning outcomes of the curricular unit:

1. In this course of Process Integration the methodologies for energy integration and mass integration, are presented and applied, as well as their combination, which are utilized on Chemical Process Optimization.
2. Upon successful completion of this course the student should dominate the key concepts to apply on systematic methodologies for the design and integration of chemical process in order to optimize heat-recovery and energy utility systems and to optimize pollution prevention, ensuring at the same time the aspects of economy competition and keeping high safety levels.

Conteúdos programáticos:

1. Introdução: Noção de Integração de Processos; Ferramentas da Integração de Processos; Variantes da Integração de Processos.
2. Integração Energética-Metodologia da Análise do Ponto de Estrangulamento: Noção do $\Delta T_{\min.}$; Consumo Mínimo de Energia de um Processo; Curvas Compostas: Processo,

Utilidades e Global; Cálculo da Cascata de Calor; Determinação do Ponto de Estrangulamento; Síntese de Redes de Permutadores; Otimização do ΔT_{\min} .; Escolha das utilidades através da Curva Composta Global; Cogeração; Bombas de Calor; Integração de Colunas de Destilação; Integração de Reatores Químicos.

3. Integração Mássica – Metodologia do Ponto de Estrangulamento Mássico: Noção de Permutador de Massa; - Diagramas de Intervalos de Composição; Curvas Compostas- Ponto de Estrangulamento Mássico; Síntese de Redes de Permutadores de Massa: Métodos Gráficos e Algébricos; Aplicação ao Projeto de Sistemas de Água: Maximização da Reutilização da Água.

Syllabus

1. Introduction - The Concept of Process Integration; Tools for Process Integration; Variants of Process Integration.

2. Energetic Integration – Methodology of Pinch Analysis: Concept of $T_{\min}\Delta T_{\min}$.; Minimum Energy Consumption of a Process; Composite Curves: Process, Utilities and Global; The Problem Table Algorithm; Synthesis of Heat Exchange Networks; $T_{\min}\Delta T_{\min}$. Optimization; Utility Selection using the Grand Composite Curve; Cogeneration; Heat Pumps; Heat Integration of Distillation Columns; Heat Integration of Chemical Reactors.

3. Mass Integration – Methodology of Pinch Analysis: Concept of a Mass Exchanger; The Composition Interval Diagram; Composite Curves – Pinch Diagram; Synthesis of Mass Exchange Networks: Graphical and Algebraic Methods; Application to Water System Design: Maximizing the Water Reuse.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular:

O programa desta UC fornece aos alunos uma aprendizagem evolutiva sobre os objetivos e competências a adquirir com apresentação das principais ferramentas utilizadas em integração de processos, seguindo-se a aplicação à integração energética que apresenta maior facilidade de compreensão e menor complexidade. A utilização das metodologias de integração energética começou a ser largamente utilizadas aquando do primeiro choque petrolífero que levou ao aumento do custo da energia. O último capítulo, a integração mássica é uma matéria de maior complexidade onde as ferramentas utilizadas são em tudo idênticas, mas onde a preocupação ambiental é ainda mais marcada, pois a sua correta utilização permite reduzir os efluentes emitidos em processos químicos contribuindo para melhorar a eficiência dos processos.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives:

This curricular unit provides students with an evolutionary learning on objectives and competencies to be acquired with the presentation of the main tools used in process integration, followed by energy application integration that provides ease of comprehension and reduced complexity. The use of energy integration methodologies began to be widely used during the first oil crisis, which led to the rising cost of energy. The last chapter, the mass integration is a matter of greater complexity where the tools used are identical but where environmental

concern is even more marked because its proper use can reduce the effluents emitted into chemical processes contributed to improve the efficiency of processes.

Metodologias de Ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (50%) e teórico-práticas (sobre problemas e casos práticos, 50%); - Exposição e resolução de casos de estudo com recurso a software específico.

Cada aluno realiza um trabalho individual com recurso ao Excel, sendo aplicada a metodologia das curvas compostas e o algoritmo da cascata de calor a um sistema de correntes quentes e frias associado a um processo industria; para comparar e estimar custos energéticos, de investimento e totais, de uma rede de permutadores de calor com integração energética e sem integração.

Avaliação contínua:

Teste global (TG) de 3 horas. $NTG \geq 10$.

Trabalho teórico prático, de preferência computacional (TP). $NTP \geq 10$.

Nota final: $NF = 0,65 NTG + 0,35 NTP$

Avaliação por exame:

Exame escrito (E) de 3 horas. $NE \geq 10$.

Trabalho teórico prático, de preferência computacional (TP). $NTP \geq 10$.

Nota final: $NF = 0,65 NE + 0,35 NTP$

Arredondamento às unidades. Por defeito antes das cinco décimas, por excesso a partir de cinco décimas.

Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures (50%) and theoretical-practical (about problems with case studies, 50%); - Exhibition with the support frame and computer support (PowerPoint) and resolution of case studies using specific software.

Continuous evaluation:

Comprehensive test (TG), lasting 3 hours. $NTG \geq 10$.

Theoretical practical valuation (TP) preferably by computer work. $NTP \geq 10$.

Final Grade: $NF = 0.657 NTG + 0.35 NTP$.

Final exam evaluation:

Comprehensive examination (E), lasting 3 hours. $NE \geq 10$.

Theoretical practical valuation (TP) preferably by computer work. $NTP \geq 10$.

Final Grade: $NF = 0.657 NTG + 0.35 NTP$.

Rounded to units. By defect, beneath five tenths, per excess, from five tenths.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Tendo em conta os objetivos deste curso, a metodologia de ensino aqui utilizada permite que o aluno contacte tanto em sala de aula como no laboratório de informática, com recursos educacionais, incluindo software específico, que lhes permitam obter os conhecimentos teóricos e práticos sobre os conceitos da UC Integração de Processos. Com a aprendizagem em sala de aula, resolução de exercícios, são também importantes simulações com o software adequado, o trabalho de investigação promovido durante as palestras e apresentação/análise de casos de estudo.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes:

Given the objectives of this course, the teaching methodology used here allows the student to contact both in the classroom and computer lab with educational resources, including specific software, enabling them to gain the theoretical and practical knowledge about the concepts of this UC Integration Process. With learning in the classroom, solving exercises, simulations are also important with the appropriate software, the research work promoted during lectures and presentation / analysis of case studies.

Bibliografia principal:

1. SMITH, Robin, Chemical Process Design and Integration, Chichester (UK), John Wiley & Sons Ltd., 2003.
2. Kemp, I.C., Pinch Analysis and Process Integration: A User Guide on Process Integration for Efficient Use of Energy, 2^a ed., Oxford, Reino Unido e Burlington, EUA, Butterworth-Heinemann of Elsevier, 2007, pp. 389-390.
3. BIEGLER, L.T., et. al., Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River (USA), 1997.
4. SHENOY, U. V., Heat Exchanger Network Synthesis, Gulf Publishing Comp., Houston (USA), 1995.
5. The Institution of Chemical Engineers, User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy, Rugby (UK), 1992.
6. SEIDER, W. D., et al., Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, 3rd Ed., Wiley, 2010.
7. HALWAGI, Mahmond M., Pollution Prevention through Process Integration, San Diego (USA), Academic Press, 1997.

